

(19) European Patent Office

(11) EP 1 088 960 A2

(12) EUROPEAN PATENT APPLICATION

(43) Date of publication:
04 April 2001 Patent Gazette 2001/14

(51) Int. Cl.⁷: **E06C 5/04**, E06C 5/42
E06C 5/44

(21) Application Number: **00120979.0**

(22) Date of Application: **27 September 2000**

<p>(84) Designated contracting states: AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE Designated extension states: AL LT LV MK RO SI</p>	<p>(72) Inventors: • Gnirss, Bernhard 76275 Ettlingen (DE) • Ksoll, Peter, Dr. 76770 Hatzenbühl (DE)</p>
<p>(30) Priority: 28 September 1999 DE 19946411</p>	<p>(74) Represented by: Lempert, Jost, Dipl.-Phys. Dr.rer.nat. Patent attorneys Dipl.-Ing. Heiner Lichti, Dipl.-Phys. Dr. rer.nat. Jost Lempert, Dipl.-Ing. Hartmut Lasch, P.O. Box 41 07 60 76207 Karlsruhe (DE)</p>
<p>(71) Applicant: Metz Aerials GmbH & Co KG 76185 Karlsruhe (DE)</p>	

(54) **Method and apparatus for moving an arm of a working or life-saving device**

(57) In order to optimize the movement of an arm of a working or life-saving device, such as a turntable ladder, in a method for moving such an arm, the invention, which has a plurality of movement components such as telescoping, (horizontal) rotation, and (vertical) pivoting, provides that the arm is moved from a current starting point to a target point with movement components that occur automatically simultaneously, continuously, and reverse-free. An inventive apparatus provides a device for performing this method.

Specification

[0001] The invention relates to a method and an apparatus for moving an arm of a working or life-saving device, such as a turntable ladder, whereby the movement of the arm has a plurality of movement components such as for instance telescoping, (horizontal) rotation, and (vertical) pivoting.

[0002] The movement of an arm of a working or life-saving device, such as a turntable ladder, in particular the main movement for approaching a target point, in addition to other movements such as leveling, aligning the basket, etc., is generally performed manually using individual control elements such as operating buttons for extension and retraction, rotating horizontally to the right and to the left, pivoting vertically upward and downward by means of appropriate control elements such as control levers for performing these movements. These control elements are actuated by an operator successively or, only for segments, more or less simultaneously, in order to move the arm into the desired target position. Particularly in the vicinity of the latter, the operator must approach the target position with the individual movement components more or less by segment. This requires an experienced operator and is still very laborious and time-consuming, and during a life-saving emergency valuable time can be lost, in particular when the target point has to be approached repeatedly.

[0003] It has furthermore been suggested during such a manually performed movement to continuously store its data, namely components speeds and in particular positions, that is, to teach the manually performed movements in order subsequently to be able to perform the movement repeatedly automatically.

[0004] It is disadvantageous that during the repetition of the starting movement that is taught to the system, at the start of the subsequent automatic movement the arm must be located at a point on the previously stored segment and where needed must be driven manually to such a point. Moreover, the course of such a curve in space is difficult for the operator to imagine and for this reason cannot be used in practical situations except under certain conditions. In addition, there is no opportunity to control the movement by controlling the speed.

[0005] It is therefore the object of the invention to create a method and an apparatus for moving an arm of a working or life-saving device that enables automatic movement of the arm that is particularly optimized in time.

[0006] The aforesaid object is inventively attained with a method of the type cited in the foregoing in that the arm is moved from a current starting point to a target point with movement components that occur automatically simultaneously, continuously, and reverse-free. The invention furthermore provides an apparatus of the type cited in the foregoing that is characterized by a device for automatically moving the arm from a current starting position to a target position with movement components that occur simultaneously, continuously, and reverse-free. Other coordinates besides the spherical coordinates cited as an example in the foregoing are possible.

[0007] The movement is realized in that a target point is approached by all relevant system-specific movements and/or speeds, which act simultaneously. The individual speed components are continuous and without a change in operator or direction.

[0008] Thus a smooth and continuous curve of the moved point, such is the tip of a turntable ladder, can be attained under pre-specified conditions, in a time-optimum manner, where necessary in particular in a minimum amount of time. The movement between two points A and B is such that the entire movement path of an arm point is not explicitly pre-specified and is traveled with a pre-specified path.

[0009] In accordance with one preferred embodiment of the invention, it is provided that the movement occurs with nearly constant movement components across the majority of the movement segment, whereby in particular the movement from an actual starting point occurs at a reduced speed initially and immediately in front of the target point.

[0010] One preferred specific embodiment of the inventive method furthermore provides that the amount of time for the movement component that requires the longest time for moving the arm from a current starting point to a target point at a pre-specified maximum speed is determined and the speed of the other movement components is adapted such that the times for all of the movement components for moving from the current starting point to the target point become the same, whereby in particular the component speeds of the individual movement components are weighted relative to their travel time during the maximum speed for them to the amount of time of the movement component requiring the longest time.

[0011] Additional preferred embodiments of the method provide that the current starting position of the arm is measured and the segment of the individual movement components to the target point are determined and that for determining a target point it is initially manually or semi-automatically approached and upon reaching the target point its coordinates are maintained (teaching).

EP 1 088 960 A2

[0012] Moreover, it can be provided that movements are performed at a plurality of points in time, i.e. that movements occur between a plurality of intermediate target points, whereby the target point from which one movement to another target point occurs is a starting point.

[0013] In a further development, the invention provides that the device is embodied for simultaneous, continuous, and non-return movement for realizing the procedures in the foregoing.

[0014] Using the invention, it is possible to approach target points from every possible current position with an arm system, whereby the latter is fundamentally currently measured. The travel of the arm with respect to the individual movement components occurs continuously and simultaneously such that these reach the target point at the same time. In particular with respect to external influences, it can be provided that the current starting position is determined using all of the movements and the component speeds of the individual speeds are re-determined and/or corrected. In this case, as well, the entire movement remains largely continuous and the component speeds of the individual movement components change only slightly, remaining largely continuous. The inventively embodied method results in the very good calculability of the automatic function for the operator, thus enhancing the utility of the system.

[0015] In another preferred embodiment, when a control element is provided for specifying a maximum speed of the movement component that is triggered most rapidly, the operator obtains good control of the behavior of the arm with a simultaneously optimized approach to a target point using automatic triggering of all arm movement components required to reach the target point.

[0016] Another advantage results in that the actuation of a plurality of control elements for the individual movement components is reduced to the actuation of one control element, thus making it easier for the operator to operate.

[0017] When, in a preferred embodiment for automatic traveling by the arm a directional control lever is provided, it is possible to move back and forth between two target points.

[0018] An essential difference between the inventive method/the inventive apparatus and the prior art of a more or less automated movement of an arm is that stored target positions can be approached from any desired starting position, since the system is only concerned with the absolute values for target and starting positions, whereby the former is determined in a teaching process, and the latter is measured in a current manner. This means that an easily visualizable, continuous and calculable movement of the arm occurs for the operator.

[0019] Since in accordance with the invention individual points of a manually pre-traversed movement path are not automatically pursued, but rather a target point is approached starting from a current starting point that can be corrected for the movement, optimization in terms of time for moving the arm is provided that contains a coordinate and thus reverse-free, continuous, and simultaneous approach of a target point, whereby consequently the end position at the target point is attained simultaneously by all movement components.

[0020] In another preferred embodiment, speed factors can be provided during the determination of the triggering ratio and can be used to adapt the movement course to special requirements; e.g. using a weight factor greater than 1 the approach of the arm relative to optimization of time only can be slowed and other curves can automatically be traversed as the system-imposed shortest, just like the approach in the immediate vicinity of the target point itself.

[0021] Additional advantages and features of the invention result from the claims from the following description, in which an exemplary embodiment of the invention is explained in greater detail using the drawings.

Figure 1 is a flow-chart for the inventive method;

Figure 2 is a schematic depiction of an inventive apparatus; and,

Figures 3a – 3c are various operator consoles as a part of the inventive apparatus.

[0022] In a depicted preferred embodiment of the inventive method for moving an arm of a working or life-saving device, in particular a turntable ladder, first a target point to be – repeatedly – approached is selected. This can be one point on a building from which during an emergency life-saving action people are to be received repeatedly in a rescue basket or at which emergency personnel are to be deposited repeatedly. This target point can be determined in that the operator of the arm manually approaches the target point with the coordinates X_i , target with $i = 1 \dots n$ and after reaching it stores it by initiating a storage process, for instance using a teaching key during a teaching process corresponding to Step 1 in Figure 1. Alternatively, the target point can also be determined automatically or using coordinates, at least approximately, using a remote measuring device

EP 1 088 960 A2

then can be driven automatically in the manner further described, whereupon the last segment can be traveled to the precise target position in the manner described in the foregoing and then the precise target position can be stored.

[0023] In Step 2 the current starting point of the arm is then determined, in particular by measuring its current position coordinates $X_{n,cur}(t)$ at point in time t .

$$T_i(t) = \frac{X_{i,target} - X_{i,cur}(t)}{X_{i,max}} \quad \text{for} \quad \frac{X_{i,target} - X_{i,cur}(t)}{X_{i,max}} \geq 0 \quad (1)$$

and

$$T_i(t) = 0 \quad \text{for} \quad \frac{X_{i,target} - X_{i,cur}(t)}{X_{i,max}} < 0 \quad (2)$$

[0025] In this representation, forward and backward movements, for instance the extension and retraction of the arm, are each considered to be one component, so that the preceding formula in the simplest case has six components. X_i is the maximum speed of the corresponding movement component i of the system.

[0026] In another step, Step 4 in Fig. 1, that travel time of the travel times T_i , $i = 1$ through n of the individual movement components that is the maximum is determined and thus the maximum travel time of the components T_{max} corresponding to

$$T_{max}(t) = \max [T_1(t), \dots, T_n(t)] \quad (3)$$

[0027] During the further travel, in accordance with method Step 5 of Fig. 1, the component speeds of the individual movement components are determined such that all of the partial movements or movement components terminate at the target point at the same point in time, in that in accordance with

$$X_{i,target}(t) = T_i(t) \cdot X_{i,max}(t) \quad (4)$$

$$T_{max}(t)$$

the maximum possible speed of each movement component is weighted with the ratio factor that results from the travel time given by the movement at its maximum possible speed divided by the maximum time for all movement components (multiplicative) determined in accordance with Formula (3) above. It should then be taken into consideration that in accordance with Formulas (1), (2), during a inward travel or retraction of an arm, the outward travel component is for instance $i = 1$ equals zero, the inward component, for instance $i = 2$, is final, and thus the outward speed $X_{1,target}(t)$ resulting from Formula 4 for the outward travel component is 0.

[0028] When fundamentally the maximum possible speeds are not to be used, a common manual control variable $U(t)$ with $0 \leq U(t) \leq 1$ can be used in a multiplicative manner in Formula (4) for all formulas, reducing all speeds. As indicated by the variable t , this figure can be a function of the given time that has already been traveled.

[0029] In addition, when individual movement components i are to be favored or disfavored,

EP 1 088 960 A2

instead of the actual times listed in Formula 3 in accordance with Formulas (1), (2), hypothetical times $T_i(t) = g_i \cdot T_i(t)$ weighted with a component-dependent weight factor G_i can be introduced, which means that other paths are also traversed as the shortest system-imposed curve. In particular even given very different weight factors g_i , it is possible to attain a practically serial sequence of the individual movement components when approaching a target point. Thus it is possible to perform the movement automatically slower than the system might impose when the circumstances, in particular the physical conditions, require this.

[0030] Based on the speeds calculated in method Step 5 of Fig. 1, in Step 6 the drive is triggered for the individual movement components: extension and retraction, horizontal rotation to the right and/or left, and vertical pivoting upward and downward. As indicated by the bracket 7, the aforesaid determinations of the component speeds can be repeated continuously during all of the movement of the arm.

[0031] Because of the aforesaid preferred embodiment of the inventive method, the approach to a certain target point from an original starting point occurs in a continuous and reverse-free movement of the individual movement components that is nearly continuous, the movement components reaching the target point simultaneously.

[0032] In accordance with Fig. 2, one specific embodiment of an inventive apparatus provides as central device 11 a device with automatic, simultaneously occurring, continuous reverse-free movement of the individual movement components that is embodied according to the preferred method explained in the foregoing such that the amount of time of the movement component requiring the longest time for moving the arm from a current starting point to a target point at maximum pre-specified speeds is determined and the speed of the other movement components is adapted such that the times of all movement components become equal for the movement from the current starting point to the target point. For determining the movement sequence of the individual movement components, in particular the component speeds, a device 12 for inputting or storing a target point is upstream of the device 11, whereby this storing is performed via a memory element 13, such as a button or the like.

[0033] Furthermore provided is a device 14 provided for determining, in particular measuring, the current position of the arm, this being performed by means of sensors (not shown) via the inputs 15. The drives 16a, 16b, 16c for controlling the individual movement components of the arm are controlled using the device 11, whereby each drive can cause a back and forth movement, specifically extension/retraction of the arm, horizontal rotation to the right or left, or vertical pivoting upward and downward.

[0034] In order to be able to influence the automatically determined movement, in particular the ratio of the individual speeds of the components speeds and to be able to commonly reduce the overall speed, the inventive apparatus furthermore provides a control element 17 for reducing the total speed.

[0035] For instance, when target points are to be approached, an operating device 18 with two operating elements 19, 20 can be provided, a target point being allocated to each operating element 19, 20 such that travel occurs automatically between the two operating points allocated to the operating elements 19, 20.

[0036] Fig. 3a illustrates an operator console with operating elements in the form of push buttons U1 through Un for approaching target points that were also stored in the form of keys or buttons Z1 through Zn by means operating elements.

[0037] Fig. 3b illustrates an operator console for approaching two target points that were also stored using operating elements Z1, Z2. The operating element for approaching is an operating lever that is moved in the direction U1 for approaching target point Z1 and is moved in direction U2 for approaching target point Z2.

[0038] Fig. 3c illustrates another embodiment of an operator console in which in the framework of the inventive apparatus an operating lever present is used for controlling an arm. The operating elements for storing two target points Z1, Z2 are again shown. Furthermore, a key T is provided to which the present operating lever is switched in terms of its function between the cited manual control of the arm on the one hand and the automatic approach in the sense of the invention of one of the two target points Z1, Z2 by moving the lever in direction U1 or U2.

Patent claims

1. Method for moving an arm of a working or life-saving device, such as a turntable ladder, whereby the movement of the arm has a plurality of movement components such as telescoping, (horizontal) rotation, and (vertical) pivoting, characterized in that said arm is moved from a current starting point to a

EP 1 088 960 A2

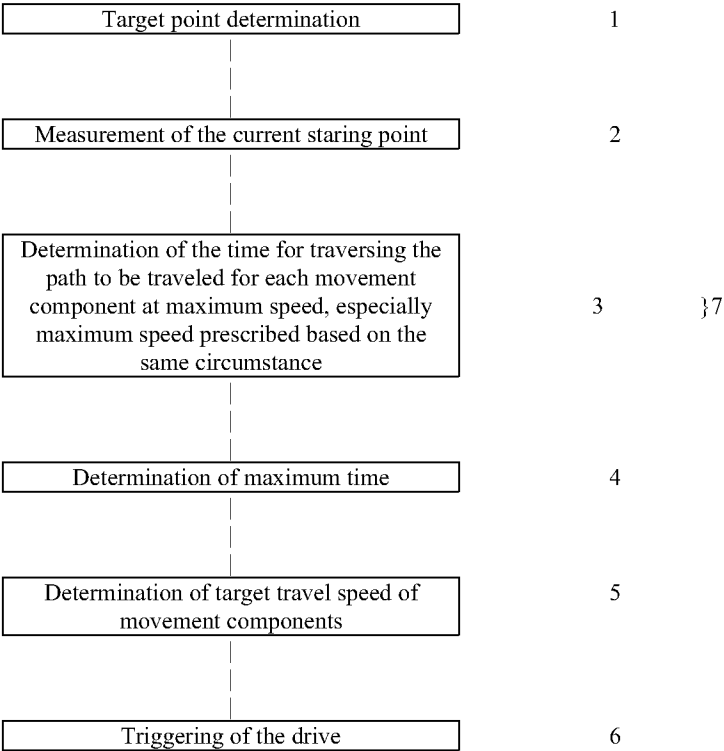
target point with movement components that occur automatically simultaneously, continuously, and reverse-free.

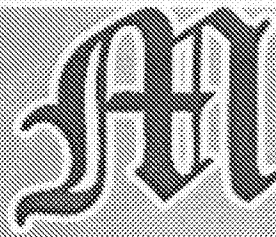
2. Method in accordance with claim 1, characterized in that the movement occurs with nearly constant movement components across the majority of the movement segment.
3. Method in accordance with claim 1 or 2, characterized in that the movement from an actual starting point occurs at a reduced speed initially and immediately in front of the target point.
4. Method in accordance with any of the preceding claims, characterized in that the amount of time for the movement component that requires the longest time for moving said arm from a current starting point to a target point at a pre-specified maximum speed is determined and the speed of the other movement components is adapted such that the times for all of the movement components for moving from the current starting point to the target point become the same.
5. Method in accordance with claim 4, characterized in that the component speeds of the individual movement components are weighted relative to their travel time during the maximum speed for them to the amount of time of the movement component requiring the longest time.
6. Method in accordance with any of the preceding claims, characterized in that the current starting position of said arm is measured and the segment of the individual movement components to the target point are determined.
7. Method in accordance with any of the preceding claims, characterized in that movements are performed at a plurality of points in time.
8. Method in accordance with any of the preceding claims, characterized in that movements occur between a plurality of intermediate target points, whereby the target point from which one movement to another target point occurs is a starting point.
9. Method in accordance with any of the preceding claims, characterized in that for determining a target point it is initially manually or semi-automatically approached and upon reaching the target point its coordinates are maintained.
10. Method in accordance with any of claims 1 through 9, characterized in that the path movement can be displaced in that the individual movement components are weighted with individual weight factors.
11. Method in accordance with any of claims 4 through 7 in conjunction with claim 10, characterized in that weighting occurs such that the times in claim 4 that determine the path movement are weighted with individual weight factors.
12. Apparatus for moving an arm of a working or life-saving device, such as a turntable ladder, whereby the movement of said arm has a plurality of movement components such as telescoping, (horizontal) rotation, and (vertical) pivoting, in particular for performing the method in accordance with any of claims 1 through 9, characterized in that by a device for automatically moving said arm from a current starting position to a target position with movement components that occur simultaneously, continuously, and reverse-free.
13. Apparatus in accordance with claim 12, characterized by a device for having said arm start from the actual starting point at reduced speed and for reducing the speed immediately prior to reaching the target point.
14. Apparatus in accordance with claim 12 or 13, characterized by a device for determining the amount of time for the movement component that requires the longest time for moving said arm from a current starting point to a target point at a pre-specified maximum component speed for the corresponding movement components and for adapting the speed of the other movement components such that the times of all movement components for traversing the path from the starting point to the target point are equal.

EP 1 088 960 A2

15. Apparatus in accordance with claim 12, characterized by a device with which component speeds of the individual movement components are weighted relative to their travel time during the maximum speed given for them to the amount of time of the movement component requiring the longest time.
16. Apparatus in accordance with any of claims 10 through 13, characterized by a device for measuring the current starting position of said arm and determining the paths of the individual movement components to the target point.
17. Apparatus in accordance with any of claims 10 through 14, characterized by a device for storing the coordinates of the target point after approaching the latter.
18. Apparatus in accordance with any of claims 10 through 15, characterized by devices for moving said arm between a plurality of target points.

EP 1 088 960 A2





Morningside | Translations

TRANSLATOR CERTIFICATION

I, Grace Leonard, a translator fluent in the German language, on behalf of Morningside Evaluations and Consulting, do solemnly and sincerely declare that the following is, to the best of my knowledge and belief, a true and correct translation of the document(s) listed below in a form that best reflects the intention and meaning of the original text.

MORNINGSIDE EVALUATIONS AND CONSULTING


Signature of Translator

Date: July 25, 2005

Description of Documents Translated: EP 000041060
EP 001088960
DE 003434287

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 088 960 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
04.04.2001 Patentblatt 2001/14

(51) Int. Cl.⁷: **E06C 5/04**, E06C 5/42,
E06C 5/44

(21) Anmeldenummer: **00120979.0**

(22) Anmeldetag: **27.09.2000**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **28.09.1999 DE 19946411**

(71) Anmelder:
Metz Aerials GmbH & Co KG
76185 Karlsruhe (DE)

(72) Erfinder:
• **Gnirss, Bernhard**
76275 Ettlingen (DE)
• **Ksoll, Peter, Dr.**
76770 Hatzenbühl (DE)

(74) Vertreter:
Lempert, Jost, Dipl.-Phys. Dr. rer.nat.
Patentanwälte,
Dipl.-Ing. Heiner Lichti,
Dipl.-Phys. Dr. rer. nat. Jost Lempert,
Dipl.-Ing. Hartmut Lasch,
Postfach 41 07 60
76207 Karlsruhe (DE)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Bewegung eines Auslegers eines Arbeits- oder Rettungsgeräts**

(57) Um die Bewegung eines Auslegers eines Arbeits- oder Rettungsgeräts, wie eine Drehleiter zu optimieren, sieht die Erfindung bei einem Verfahren zum Bewegen eines solchen Auslegers, die mehrere Bewegungskomponenten, wie Teleskopieren, (horizontales) Drehen und (vertikales) Verschwenken hat, vor, daß der Ausleger von einem aktuellen Ausgangs- zu einem Zielpunkt automatisch gleichzeitig erfolgenden, stetigen und umkehrungsfreien Bewegungskomponenten bewegt wird. Eine erfindungsgemäße Vorrichtung sieht eine Einrichtung zum Durchführen dieses Verfahrens vor.

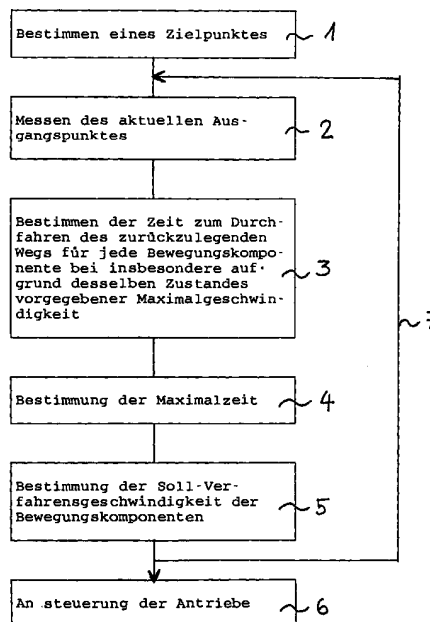


Fig. 1

EP 1 088 960 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Bewegen eines Auslegers eines Arbeits- oder Rettungsgerätes, wie einer Drehleiter, wobei die Bewegung des Auslegers mehrere Bewegungskomponenten hat, wie beispielsweise Teleskopieren, (horizontales) Drehen und (vertikales) Verschwenken.

[0002] Die Bewegung eines Auslegers eines Arbeits- oder Rettungsgerätes, wie einer Drehleiter, insbesondere die Hauptbewegung zum Anfahren eines Zielpunktes - neben weiteren Bewegungen wie Niveaueausgleich, Ausrichten des Korbes etc. - erfolgt in der Regel manuell durch einzelne Steuerelemente wie Bedienungsknöpfe zum Ein- und Ausfahren, horizontalen Rechts- und Linksdrehen, vertikales auf- und abschwenken mittels entsprechender Steuerelemente, wie Steuerhebel zum Durchführen dieser Bewegungen. Diese Steuerelemente werden von einem Bediener nacheinander oder - nur streckenweise - mehr oder minder gleichzeitig betätigt um den Ausleger in die gewünschte Zielposition zu verfahren. Insbesondere in der Nähe derselben muß der Bediener sich mit den einzelnen Bewegungskomponenten mehr oder minder stückweise der Zielposition nähern. Dies erfordert einen erfahrenen Bediener und ist dennoch sehr mühsam und zeitaufwendig, wodurch in einem Rettungsfall wertvolle Zeit verloren gehen kann, insbesondere wenn der Zielpunkt wiederholt angefahren werden muß.

[0003] Es wurde weiter vorgeschlagen, bei einer solch manuell durchgeführten Bewegung deren Daten, nämlich Komponentengeschwindigkeiten und insbesondere Positionen, laufend zu speichern, also ein Teaching der manuell durchgeführten Bewegungen vorzunehmen um anschließend die Bewegung wiederholt automatisch abfahren zu können.

[0004] Nachteilig ist, daß bei der Wiederholung der dem System gelehrtten Ausgangsbewegung der Ausleger sich bei Start einer nachfolgenden automatischen Bewegung auf einem Punkt der vorher gespeicherten Strecke befunden und gegebenenfalls an einen solchen Punkt manuell gefahren werden muß. Weiterhin ist der Verlauf einer solchen Raumkurve für den Bediener nur schwierig vorstellbar und aus diesem Grunde für den Gebrauch in praktischen Situationen nur bedingt geeignet. Darüber hinaus fehlt die Möglichkeit die Bewegung durch Steuerung der Geschwindigkeit zu kontrollieren.

[0005] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Bewegen eines Auslegers eines Arbeits- oder Rettungsgerätes zu schaffen, die eine insbesondere zeitlich optimierte automatische Bewegung des Auslegers ermöglichen.

[0006] Erfindungsgemäß wird die genannte Aufgabe mit einem Verfahren der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß der Ausleger von einem aktuellen Ausgangs- zu einem Zielpunkt mit automatischen gleichzeitig erfolgenden, stetigen und umkehrungsfreien Bewegungskomponenten bewegt wird. Zur Lösung sieht die Erfindung weiterhin eine Vorrichtung der eingangs genannten Art vor, welche gekennzeichnet ist durch eine Einrichtung zum automatischen Bewegen des Auslegers von einem aktuellen Ausgangspunkt zu einem Zielpunkt mit gleichzeitig erfolgenden, stetigen und umkehrungsfreien Bewegungskomponenten. Andere als die eingangs beispielhaft genannten Kugelkoordinaten sind möglich.

[0007] Die Bewegung wird so realisiert, daß ein Zielpunkt durch alle relevanten systemspezifischen Bewegungen bzw. Geschwindigkeiten, die gleichzeitig wirken, angefahren wird. Die einzelnen Geschwindigkeitskomponenten sind stetig und ohne Vorzeichenwechsel bzw. Richtungsänderung.

[0008] Damit erhält man eine glatte und stetige Bahnkurve des bewegten Punktes, wie die Spitze einer Drehleiter unter vorgegebenen Bedingungen zeitoptimal, gegebenenfalls insbesondere zeitminimal, erreicht werden kann. Der Bewegungsablauf zwischen zwei Punkten A und B ist dabei derart, daß die gesamte Bewegungsbahn eines Auslegerpunktes nicht explizit vorgegeben ist und mit einer vorgegebenen Bahn abgefahren wird.

[0009] Gemäß einer bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Bewegung mit über den Großteil der Bewegungsstrecke nahezu konstanten Bewegungskomponenten erfolgt, wobei insbesondere die Bewegung von einem tatsächlichen Ausgangs- oder Startpunkt aus zunächst und unmittelbar vor dem Zielpunkt mit reduzierter Geschwindigkeit erfolgt.

[0010] Eine bevorzugte konkrete Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht weiterhin vor, daß die Zeitdauer der die längste Zeit benötigenden Bewegungskomponente zum Bewegen des Auslegers von einem aktuellen Ausgangspunkt zu einem Zielpunkt bei vorgegebenen Maximalgeschwindigkeiten bestimmt wird und die Geschwindigkeit der anderen Bewegungskomponenten derart angepaßt wird, daß die Zeiten sämtlicher Bewegungskomponenten für die Bewegung vom aktuellen Ausgangspunkt zu dem Zielpunkt gleich werden, wobei insbesondere die Komponentengeschwindigkeiten der einzelnen Bewegungskomponenten im Verhältnis ihrer Durchlaufzeit bei der für sie gegebenen maximalen Geschwindigkeit zur Zeitdauer der die längste Zeit benötigende Bewegungskomponente gewichtet werden.

[0011] Bevorzugte weitere Ausgestaltungen des Verfahren sehen vor, daß die aktuelle Ausgangsposition des Auslegers gemessen und die Wegstrecke der einzelnen Bewegungskomponenten zum Zielpunkt bestimmt werden und daß zur Bestimmung eines Zielpunktes dieser zunächst manuell- oder halbautomatisch angefahren und nach Erreichen des Zielpunktes dessen Koordinaten festgehalten werden (Teaching).

[0012] Weiterhin kann vorgesehen sein, daß Bewegungen zu mehreren Zielpunkten durchgeführt werden bzw. Bewegungen zwischen mehreren Zwischenzielpunkten erfolgen, wobei der Zielpunkt, von dem eine Bewegung zu einem anderen Zielpunkt hin erfolgt, als Ausgangspunkt dient.

[0013] In Weiterbildung sieht die Erfindung vor, daß die Einrichtung zum gleichzeitig Erfolgen, stetig und umkehrungsrein Bewegen zur Realisierung der vorstehenden Vorgänge ausgebildet ist.

[0014] Durch die Erfindung wird ein Anfahren von Zielpunkten aus jeder möglichen aktuellen Position mit einem Auslegersystem möglich, wobei letztere grundsätzlich aktuell gemessen wird. Das Verfahren des Auslegers erfolgt hinsichtlich der einzelnen Bewegungskomponenten stetig und gleichzeitig derart, daß diese den Zielpunkt zu gleicher Zeit erreichen. Insbesondere im Hinblick von äußeren Einflüssen kann vorgesehen sein, daß über den gesamten Bewegungsablauf hin die aktuelle Ausgangsposition bestimmt und die Komponentengeschwindigkeiten der einzelnen Geschwindigkeiten neu bestimmt bzw. korrigiert werden. Auch hierbei bleibt die gesamte Bewegung weitgehend stetig und die Komponentengeschwindigkeiten der einzelnen Bewegungskomponenten ändern sich nur geringfügig, bleiben im wesentlichen konstant. Durch die erfindungsgemäß ausgestaltete Verfahren ist für den Bediener eine sehr gute Berechenbarkeit der automatischen Funktion gegeben, wodurch die Verbrauchstauglichkeit des Systems erhöht wird.

[0015] Wenn in weiterer bevorzugter Ausgestaltung ein Steuerelement zur Vorgabe einer maximalen Geschwindigkeit der am schnellsten angesteuerten Bewegungskomponente vorgesehen ist, erhält der Bediener eine gute Kontrolle über das Verhalten des Auslegers bei gleichzeitig optimierter Anfahrt an ein Zielpunkt durch automatische Ansteuerung aller zu Erreichen des Zielpunktes erforderlichen Auslegerbewegungskomponenten.

[0016] Ein weiterer Vorteil ergibt sich dadurch, daß die Betätigung mehrerer Steuerelemente für die einzelnen Bewegungskomponenten auf die Betätigung eines Steuerelements reduziert wird und damit der Bediener entlastet wird.

[0017] Wenn in bevorzugter Ausgestaltung zum automatischen Verfahren des Auslegers ein direktonaler Steuerhebel vorgesehen ist, kann zwischen zwei Zielpunkten hin- und hergefahren werden.

[0018] Wesentlicher Unterschied des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Vorrichtung gegenüber dem Stand der Technik einer mehr oder minder automatisierten Bewegung eines Auslegers ist, daß gespeicherte Zielpositionen aus beliebigen Ausgangspositionen angefahren werden, da das System lediglich die absoluten Werte für Ziel- und Ausgangspositionen eingehen, wobei erstere in einem Teach-Vorgang bestimmt, letztere jeweils aktuell gemessen wird. Dadurch entsteht für den Bediener eine einfach vorstellbare, stetig verlaufende und berechenbare Bewegung des Auslegers.

[0019] Da erfindungsgemäß nicht automatisch einzelne Punkte einer manuell vorgefahrenen Bewegungsbahn nachgefahren werden, sondern vielmehr ausgehend von einem aktuellen Ausgangspunkt, der für die Bewegung hin durchmessend korrigiert werden kann, ein Zielpunkt angefahren wird, ist eine zeitliche Optimierung zur Bewegung des Auslegers gegeben, die ein gleichsinniges, damit umkehrungsfreies stetiges und gleichzeitiges Anfahren eines Zielpunktes beinhaltet, wobei demgemäß durch alle Bewegungskomponenten gleichzeitig die Endposition am Zielpunkt erreicht wird.

[0020] In weiterer bevorzugter Ausgestaltung können Gewichtungsfaktoren bei der Ermittlung der Ansteuerungsverhältnisses vor-gesehen werden, wodurch der Bewegungsverlauf speziellen Anforderungen angepaßt werden kann; z.B. kann durch einen Gewichtungsfaktor größer 1 das Anfahren des Auslegers gegenüber einer rein zeitlichen Optimierung verlangsamt und es können automatisch andere Bahnkurven als die systembedingt kürzeste durchfahren werden, ebenso wie das Anfahren in unmittelbarer Nähe vor dem Zielpunkt selbst.

[0021] Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen aus der nachfolgenden Beschreibung, in der ein Ausführungsbeispiel der Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnung einzeln erläutert ist. Dabei zeigt:

Figur 1 ein Flußdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Figur 2 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung; und

Figur 3a-3c verschiedene Bedienungspaneile als Teil der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

[0022] Bei der dargestellten bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Bewegen eines Auslegers eines Arbeits- oder Rettungsgerätes, insbesondere einer Drehleiter, wird zunächst ein - wiederholt - anzufahrender Zielpunkt ausgewählt. Dabei kann es sich um einen Punkt an einem Gebäude handeln, von dem bei einer Rettungsaktion wiederholt Personen in einen Rettungskorb aufzunehmen sind oder an dem wiederholt Einsatzkräfte abzusetzen sind. Die Bestimmung des Zielpunktes kann dadurch erfolgen, daß der Bediener des Auslegers den Zielpunkt mit den Koordinaten X_i , Ziel mit $i = 1 \dots n$ manuell anfährt und nach Erreichen desselben durch Auslösen eines Speichervorganges, beispielsweise über eine Lehr-Taste im Rahmen eines Teaching entsprechend Schritt 1 der Figur 1 abspeichert. Alternativ kann der Zielpunkt auch durch ein Fernmeßgerät automatisch zumindest annähernd oder

nach Koordinaten erfaßt, dann in der in weiter beschriebenen Weise bis in seine Nähe automatisch gefahren werden, woraufhin das letzte Wegstück zur genauen Zielposition in der vorstehend beschriebenen Weise nochmal abgefahren und dann gegebenenfalls die genaue Zielposition abgespeichert wird.

[0023] Im Arbeitsschritt 2 wird dann der aktuelle Ausgangspunkt des Auslegers bestimmt, insbesondere durch Messen seiner aktuellen Positionskoordinaten $X_{n,akt}(t)$ zum Zeitpunkt t .

[0024] In einem dritten Schritt 3 wird die Zeit zum Durchfahren jedes zurückzulegenden Weges für jede Bewegungskomponente bei vorgegebener maximaler Geschwindigkeit der einzelnen Komponenten berechnet entsprechend

$$T_i(t) = \frac{X_{i,Ziel} - X_{i,akt}(t)}{X_{i,max}} \quad \text{für} \quad \frac{X_{i,Ziel} - X_{i,akt}(t)}{X_{i,max}} \geq 0 \quad (1)$$

und

$$T_i(t) = 0 \quad \text{für} \quad \frac{X_{i,Ziel} - X_{i,akt}(t)}{X_{i,max}} < 0 \quad (2)$$

[0025] Bei dieser Darstellungsweise werden Hin- und Rückbewegungen, beispielsweise das Aus- und Einfahren des Auslegers als jeweils eine Komponente angesehen, so daß der vorstehende Gleichungssatz im einfachsten Falle sechs Komponenten aufweist. X_i ist dabei die maximale Geschwindigkeit der entsprechenden Bewegungskomponente i des Systems.

[0026] In einem weiteren Arbeitsschritt, dem Schritt 4 der Fig. 1 wird dann diejenige der Verfahrzeiten T_i , $i = 1$ bis n der einzelnen Bewegungskomponenten bestimmt, die die Maximale ist und damit die maximale Verfahrzeit der Komponenten T_{max} entsprechend

$$T_{max}(t) = \max [T_1(t), \dots, T_n(t)] \quad (3)$$

[0027] Im weiteren Verfahrensablauf wird gemäß Verfahrensschritt 5 der Fig. 1 die Komponentengeschwindigkeiten der einzelnen Bewegungskomponenten derart bestimmt, daß sämtliche Teilbewegungen oder Bewegungskomponenten zum gleichen Zeitpunkt am Zielpunkt enden, indem gemäß

$$X_{i,soll}(t) = T_i(t) \cdot X_{i,max}(t) \quad (4)$$

$$T_{max}(t)$$

die maximal mögliche Geschwindigkeit jeder Bewegungskomponente mit dem Verhältnissfaktor gewichtet wird, der der ihrer mit maximaler möglichen Geschwindigkeit erfolgenden Bewegung gegebenen Durchlaufzeit geteilt durch die gemäß obiger Formel (3) bestimmte Maximalzeit sämtlicher Bewegungskomponenten (multiplikativ) gegeben ist. Dabei ist zu berücksichtigen, daß gemäß den Formel (1), (2) bei einem Einfahren oder Zurückziehen eines Auslegers die Ausfahrkomponente beispielsweise $i = 1$ gleich null, die Einfahrkomponente, beispielsweise $i = 2$ endlich ist und demgemäß die sich gemäß Formel (4) ergebende Ausfahrgeschwindigkeit X_1 soll (t) für die Ausfahrkomponente 0 ist.

[0028] Wenn grundsätzlich die möglichen Maximalgeschwindigkeiten nicht ausgenutzt werden sollen, so kann in die Formel (4) für sämtliche Formeln eine gemeinsame manuelle Steuergröße $U(t)$ mit $0 \leq U(t) \leq 1$ multiplikativ eingehen, durch die sämtliche Geschwindigkeiten reduziert werden. Diese Größe kann - wie durch die Variable t angegeben - entsprechend der gegebenen schon gefahrenen Zeit zeitabhängig sein.

[0029] Wenn darüber hinaus einzelne Bewegungskomponenten i bevorzugt oder benachteiligt werden sollen, so

können statt der in der Formel (3) tatsächlich aufgeführten gemäß den Formeln (1), (2) bestimmte Zeiten durch Gewichtung mit einem komponentenabhängigen Gewichtungsfaktor G_1 bestimmte hypothetische Zeiten $T_i(t)=g_i \cdot T_i(t)$ eingeführt werden, wodurch auch andere Bahnen als die kürzeste systembedingte Bahnkurve durchfahren wird. Insbesondere ist auch bei sehr unterschiedlichen Gewichtungsfaktoren g_i eine praktisch serielle Abfolge der einzelnen

Bewegungskomponenten beim Anfahren eines Zielpunktes erreichbar. So läßt sich auch wenn die Gegebenheiten insbesondere die räumlichen Verhältnisse, dies erfordern die Bewegung langsamer als systembedingt möglich automatisch durchführen.

[0030] Aufgrund der die im Verfahrensschritt 5 der Fig. 1 berechnenden Geschwindigkeiten erfolgt im Schritt 6 die Ansteuerung der Antriebe für die einzelnen Bewegungskomponenten des Ein- bzw. Ausfahrens, horizontalen Rechts-

bzw. Linksdrehes und vertikalen Auf- bzw. Abschnwenkens. Wie durch die Schleife 7 angedeutet, können die vorstehenden Bestimmungen der Komponentengeschwindigkeiten während der gesamten Bewegung des Auslegers laufend wiederholt werden.

[0031] Durch die vorstehende bevorzugte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt das Anfahren eines bestimmten Zielpunktes von einem Start- bzw. ursprünglichen Ausgangspunkt in einer stetigen und umkehrungsfreien Bewegung der einzelnen Bewegungskomponenten, die nahezu konstant ist, wobei Zielpunkt von allen Bewegungskomponenten gleichzeitig erreicht wird.

[0032] Eine konkrete Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung sieht gemäß Fig. 2 als zentrale Einrichtung 11 eine Einrichtung automatischen gleichzeitig erfolgenden, stetigen umkehrungsfreien Bewegungen der einzelnen Bewegungskomponenten vor, die entsprechend dem vorstehend erläuterten bevorzugten Verfahren derart ausgebildet ist, daß die Zeitdauer der die längste Zeit benötigende Bewegungskomponente zum Bewegen des Auslegers von einem aktuellen Ausgangspunkt zu einem Zielpunkt bei vorgegebenen Maximalgeschwindigkeiten bestimmt wird und die Geschwindigkeit der anderen Bewegungskomponenten derart angepaßt wird, daß die Zeiten sämtlicher Bewegungskomponenten für die Bewegung vom aktuellen Ausgangspunkt zu dem Zielpunkt gleich werden. Zur Bestimmung des Bewegungsablaufs der einzelnen Bewegungskomponenten, insbesondere der Komponentengeschwindigkeiten, ist der Einrichtung 11 eine Einrichtung 12 zum Eingeben bzw. Abspeichern eines Zielpunktes vorgeordnet, wobei das Abspeichern über ein Speicherelement 13, wie einen Knopf oder dergleichen erfolgt.

[0033] Es ist weiterhin einer Einrichtung 14 zum Bestimmen, insbesondere Messen der aktuellen Position des Auslegers vorgesehen, wobei dies mittels nicht dargestellter Sensoren über die Eingänge 15 erfolgt. Durch die Einrichtung 11 werden die Antriebe 16a, 16b, 16c zur Steuerung der einzelnen Bewegungskomponente des Auslegers angesteuert, wobei jeder Antrieb eine Hin- und Rückbewegung führen kann, nämlich ein Ein- bzw. Ausfahren des Auslegers, ein horizontales Rechts- bzw. Linksdrehen sowie ein vertikales Auf- bzw. Abschnwenken.

[0034] Um die automatisch global bestimmte Bewegung insbesondere das Verhältnis der einzelnen Geschwindigkeiten der Komponentengeschwindigkeiten beeinflussen und die Gesamtgeschwindigkeit gemeinsam reduzieren zu können, sieht die erfindungsgemäße Vorrichtung weiterhin ein Steuerelement 17 zum Reduzieren der Gesamtgeschwindigkeit vor.

[0035] Es kann beispielsweise bei zwei anzufahrenden Zielpunkten eine Bedienungseinrichtung 18 mit zwei Bedienungselementen 19, 20 vorgesehen sein, wobei jedem der Bedienungselemente 19, 20 ein Zielpunkt zugeordnet ist, derart zwischen den beiden den Bedienungselementen 19, 20 zugeordneten Bedienpunkten hin automatisch hin und hergefahren werden.

[0036] Fig. 3a zeigt ein Bedienungspanel mit Bedienungselementen in Form von Tastknöpfen U1 bis Un zum Anfahren von Zielpunkten, die mittels Bedienelementen ebenfalls in Form von Tasten oder Knöpfen Z1 bis Zn abgespeichert wurden.

[0037] Fig. 3b zeigt ein Bedienungspanel zum Anfahren zweier Zielpunkte, die ebenfalls durch Bedienelemente Z1, Z2 abgespeichert wurden. Das Bedienelement zum Anfahren ist ein Bedienhebel, der zum Anfahren des Zielpunktes Z1 durch Bewegung in Richtung U1 und zum Anfahren des Zielpunktes Z2 durch Bewegung in Richtung U2 bedient wird.

[0038] Fig. 3c zeigt eine weitere Ausführung eines Bedienungspanels, bei dem im Rahmen der erfindungsgemäßen Vorrichtung ein ohnehin vorhandener Bedienhebel zum Steuern eines Auslegers verwendet wird. Die Bedienelemente zum Abspeichern zweier Zielpunkte Z1, Z2 sind wiederum dargestellt. Weiterhin ist ein Taster T vorgesehen, ist dem der vorhandene Bedienhebel in seiner Funktion umgeschaltet wird zwischen dem erwähnten manuellen Steuern des Auslegers einerseits und dem im Sinne der Erfindung automatischen Anfahren eines der beiden Zielpunkte Z1, Z2 durch Bewegen des Hebels in Richtung U1 oder U2.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bewegung eines Auslegers eines Arbeits- oder Rettungsgerätes, wie einer Drehleiter, wobei die Bewegung des Auslegers mehrere Bewegungskomponenten hat, wie Teleskopieren, (horizontales) Drehen und (vertikales) Verschwenken, dadurch gekennzeichnet, daß der Ausleger von einem aktuellen Ausgangs- zu einem

Zielpunkt mit automatischen gleichzeitig erfolgenden, stetigen und umkehrungsfreien Bewegungskomponenten bewegt wird.

- 5 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bewegung mit über den Großteil der Bewegungsstrecke nahezu konstanten Bewegungskomponenten erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Bewegung von einem tatsächlichen Ausgangs- oder Startpunkt aus zunächst und unmittelbar vor dem Zielpunkt mit reduzierter Geschwindigkeit erfolgt.
- 10 4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Zeitdauer der die längste Zeit benötigenden Bewegungskomponente zum Bewegen des Auslegers von einem aktuellen Ausgangspunkt zu einem Zielpunkt bei vorgegebenen Maximalgeschwindigkeiten bestimmt wird und die Geschwindigkeit der anderen Bewegungskomponenten derart angepaßt wird, daß die Zeiten sämtlicher Bewegungskomponenten für die Bewegung vom aktuellen Ausgangspunkt zu dem Zielpunkt gleich werden.
- 15 5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Komponentengeschwindigkeiten der einzelnen Bewegungskomponenten im Verhältnis ihrer Durchlaufzeit bei der für sie gegebenen maximalen Geschwindigkeit zur Zeitdauer der die längste Zeit benötigende Bewegungskomponente gewichtet werden.
- 20 6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die aktuelle Ausgangsposition des Auslegers gemessen und die Wegstrecke der einzelnen Bewegungskomponenten zum Zielpunkt bestimmt werden.
- 25 7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Bewegungen zu mehreren Zielpunkten durchgeführt werden.
8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Bewegungen zwischen mehreren Zwischenzielpunkten erfolgen, wobei der Zielpunkt, von dem eine Bewegung zu einem anderen Zielpunkt hin erfolgt, als Ausgangspunkt dient.
- 30 9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bestimmung eines Zielpunktes dieser zunächst manuell- oder halbautomatisch angefahren und nach Erreichen des Zielpunktes dessen Koordinaten festgehalten werden (Teaching).
- 35 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Bahnbewegung verschiebbar ist, indem die einzelnen Bewegungskomponenten mit individuellen Gewichtungsfaktoren gewichtet werden.
- 40 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7 in Verbindung mit Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Gewichtung derart erfolgt, daß die die Bahnbewegung bestimmenden Zeiten des Anspruchs 4 mit individuellen Gewichtungsfaktoren gewichtet werden.
- 45 12. Vorrichtung zum Bewegen eines Auslegers eines Arbeits- oder Rettungsgerätes, wie einer Drehleiter, wobei die Bewegung des Auslegers mehrere Bewegungskomponenten hat, wie Teleskopieren, (horizontales) Drehen und (vertikales) Verschwenken, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9, gekennzeichnet durch eine Einrichtung zum automatischen Bewegen des Auslegers von einem aktuellen Ausgangspunkt zu einem Zielpunkt mit gleichzeitig erfolgenden, stetigen und umkehrungsfreien Bewegungskomponenten.
- 50 13. Vorrichtung nach Anspruch 12, gekennzeichnet durch eine Einrichtung zum Anfahren des Auslegers vom tatsächlichen Startpunkt aus mit reduzierter Geschwindigkeit und zum Reduzieren der Geschwindigkeit unmittelbar vor Erreichen des Zielpunktes.
- 55 14. Vorrichtung nach Anspruch 12 oder 13, gekennzeichnet durch eine Einrichtung zur Bestimmung der Zeitdauer der die längste Zeit benötigenden Bewegungskomponente zum Bewegen des Auslegers von einem aktuellen Ausgangspunkt zu einem Zielpunkt bei vorgegebener, maximaler Komponentengeschwindigkeit für die entsprechende Bewegungskomponente und zum Anpassen der Geschwindigkeit der anderen Bewegungskomponenten derart, daß die Zeiten sämtlicher Bewegungskomponenten zum Durchlaufen des Weges vom Ausgangspunkt zum Zielpunkt gleich sind.

EP 1 088 960 A2

15. Vorrichtung nach Anspruch 12, gekennzeichnet, durch eine Einrichtung mit der Komponentengeschwindigkeiten der einzelnen Bewegungskomponenten im Verhältnis ihrer Durchlaufzeit bei der für sie gegebenen maximalen Geschwindigkeit zur Zeitdauer der die längste Zeit benötigende Bewegungskomponente gewichtet werden.

5 16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 13, gekennzeichnet durch eine Einrichtung zum Messen der aktuellen Ausgangspositionen des Auslegers und bestimmen der Wege der einzelnen Bewegungskomponenten zum Zielpunkt.

10 17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 14, gekennzeichnet durch eine Einrichtung zum Abspeichern der Koordinaten des Zielpunktes nach Anfahren desselben.

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 15, gekennzeichnet durch Einrichtungen zum Bewegen des Auslegers zwischen mehreren Zielpunkten.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

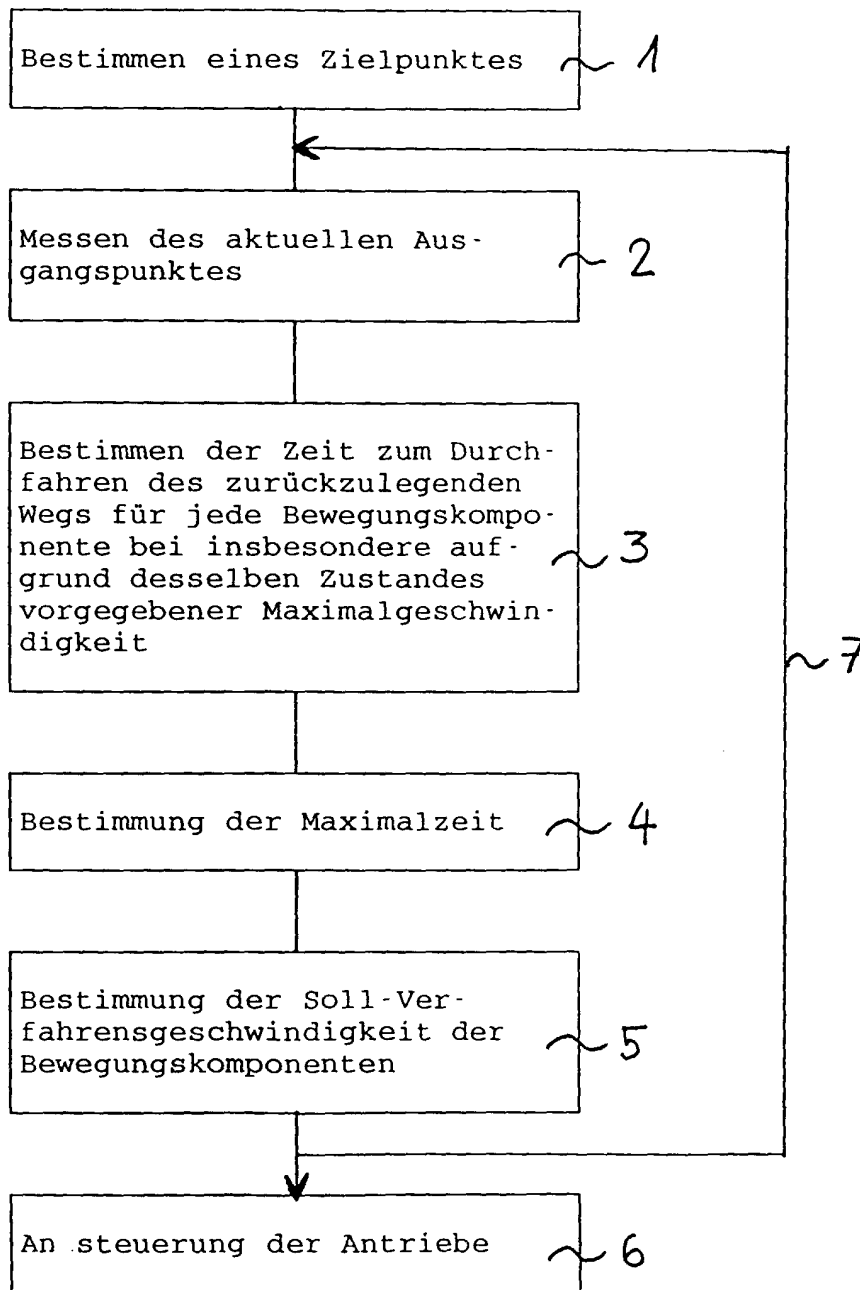


Fig. 1

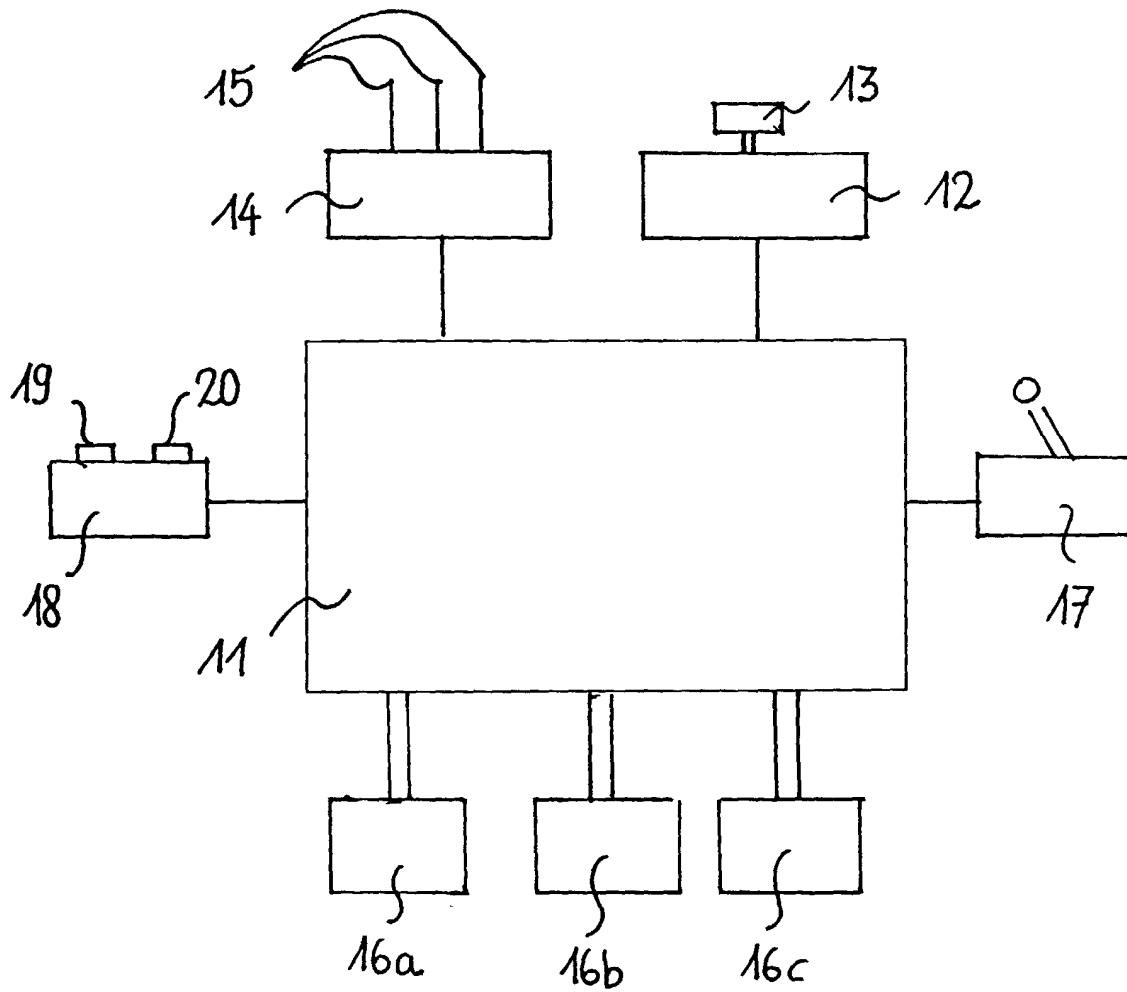


Fig. 2

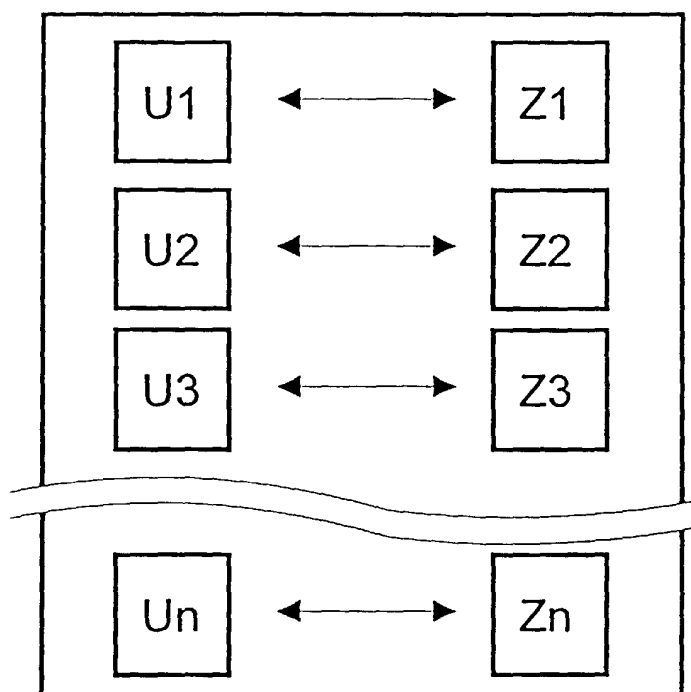


Fig. 3a

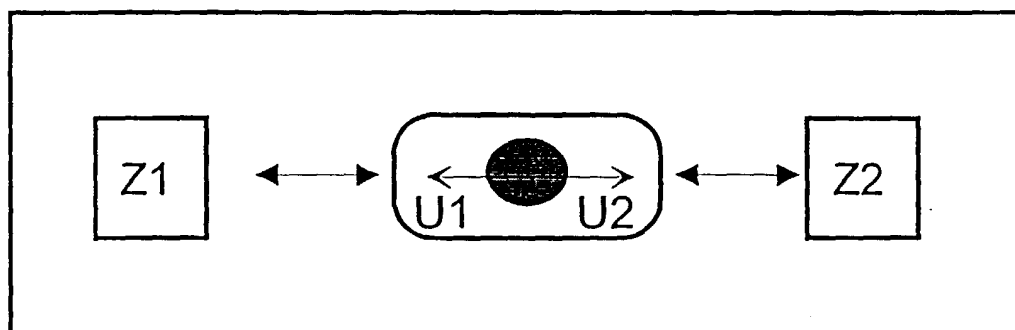


Fig. 3b

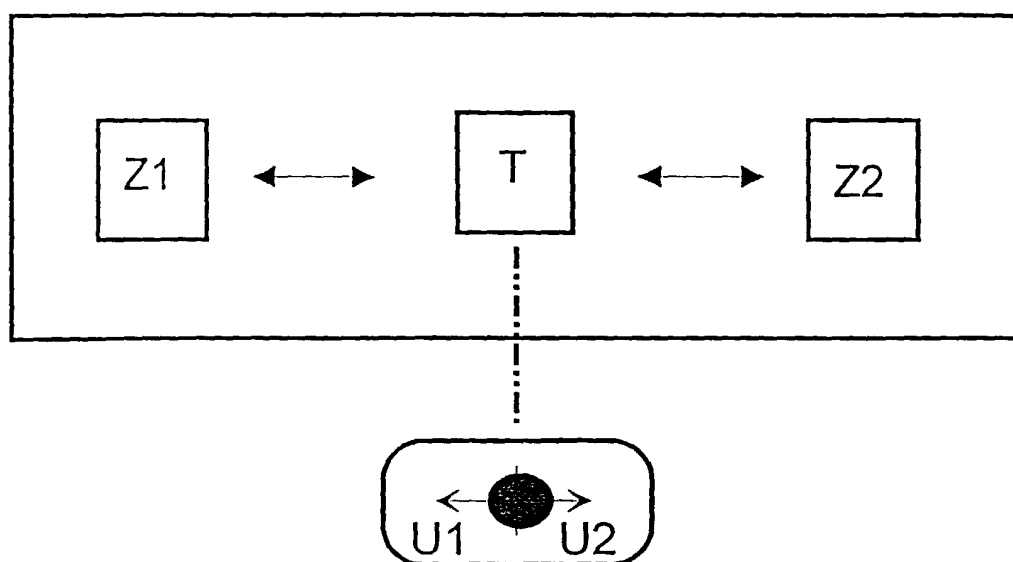


Fig. 3c